

(19)



(11)

EP 3 719 451 B1

(12)

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent:

13.09.2023 Bulletin 2023/37

(51) International Patent Classification (IPC):

G01F 1/66 ^(2022.01) **G01F 15/02** ^(2006.01)
G01F 25/00 ^(2022.01) **G01F 1/667** ^(2022.01)
G01F 25/10 ^(2022.01)

(21) Application number: **19888241.7**

(52) Cooperative Patent Classification (CPC):

G01F 1/667; G01F 1/668; G01F 25/10;
G01F 15/024

(22) Date of filing: **01.02.2019**

(86) International application number:

PCT/CN2019/074368

(87) International publication number:

WO 2020/155085 (06.08.2020 Gazette 2020/32)

(54) **SIGNAL PROCESSING CIRCUIT, AND RELATED CHIP, FLOWMETER AND METHOD**

SIGNALVERARBEITUNGSSCHALTUNG UND ZUGEHÖRIGER CHIP, DURCHFLUSSMESSER UND VERFAHREN

CIRCUIT DE TRAITEMENT DE SIGNAL, PUCE, DÉBITMÈTRE ET PROCÉDÉ ASSOCIÉS

(84) Designated Contracting States:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(74) Representative: **Padial Martinez, Ana Belen**

Baylos 5.0 Legal Advisors S.L.

Av. Diagonal 435, 1.1

08008 Barcelona (ES)

(43) Date of publication of application:

07.10.2020 Bulletin 2020/41

(56) References cited:

EP-A1- 1 113 247 AU-A1- 2015 221 509

CN-A- 102 713 531 CN-A- 106 932 040

CN-A- 108 458 759 US-A- 5 546 813

US-A1- 2006 016 243

(73) Proprietor: **SHENZHEN GOODIX TECHNOLOGY CO., LTD.**

Shenzhen, Guangdong 518045 (CN)

- **LI Rui;LIU Bing;YANG Jia;ZHOU Ying: "Error Analysis and Countermeasure of Hardware Delay of Ultrasonic Flowmeter in Speed Difference Method", Instrument Technique and Sensor, no. 3, 31 March 2017 (2017-03-31), pages 45-48, XP009522456, ISSN: 1002-1841**

(72) Inventors:

- **CHANG, Jung-Yu**
Shenzen, Guangdong 518045 (CN)
- **HUANG, Yen-Hin**
Shenzen, Guangdong 518045 (CN)

Note: Within nine months of the publication of the mention of the grant of the European patent in the European Patent Bulletin, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to that patent, in accordance with the Implementing Regulations. Notice of opposition shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

EP 3 719 451 B1

Description**TECHNICAL FIELD**

5 [0001] The present application relates generally to a signal processing circuit and provides a related chip, a flow meter and a method.

BACKGROUND

10 [0002] Ultrasonic flow meter is a commonly used flow meter. Flow meters are widely used to detect the flow velocity of fluids. Compared with other types of flow meters, ultrasonic flow meters are advantageous in terms of pressure loss, minimum detectable flow rate and installation cost, among the others; however, the accuracy thereof still needs to be improved, and further improvements and innovations are needed. Patent document US 2006/016243 A1 discloses a
15 prior art ultrasonic flowmeter in which the acoustic path length is determined by transit times measured during a calibration stage with known flow velocities.

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

20 [0003] One purpose of the present application is directed to a signal processing circuit and a related chip, a flow meter and a method for processing a transducer receiving signal, so as to address the above-mentioned issues.

[0004] The embodiments of the present invention are defined by appended claims 1, 5, 6, 9, 12 and 13. Further preferential embodiments are defined by the appended dependent claims.

[0005] The present application provides signal processing circuits and a related chip, a flow meter and a method for processing the transducer receive signal can improve the accuracy of the flow meter.
25

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**[0006]**

30 FIG. 1 is a schematic diagram illustrating a signal processing circuit for use in a flow meter, according to embodiments of the present application.

FIG. 2 is a flow diagram illustrating the process that the control unit calculates the distance between a first transducer and a second transducer, according to embodiments of the present application.

35 FIG. 3 is a flow diagram illustrating a process that the control unit calculates a current acoustic speed, according to the first embodiment of the present application.

FIG. 4 is a flow diagram illustrating a process that the control unit calculates a current acoustic speed, according to the second embodiment of the present application.

FIG. 5 is a flow diagram illustrating a process that the control unit calculates a current acoustic speed, according to the third embodiment of the present application.
40

[0007] Reference numerals used in the drawings are summarized below:

100	Signal processing circuit
102, 104	Transducer
45 106, 110	Transmitter
108, 112	Receiver
114	Control unit
202~220, 314~320, 414~424	Steps

50 DETAILED DESCRIPTION

[0008] The following disclosure provides many different embodiments, or examples, for implementing different features of the application. Specific examples of components and arrangements are described below to simplify the present disclosure. These are, of course, merely examples and are not intended to be limiting. For example, the formation of a
55 first feature over or on a second feature in the description that follows may include embodiments in which the first and the second features are formed in direct contact, and may also include embodiments in which additional features may be formed between the first and the second features, such that the first and the second features may not be in direct contact. In addition, the present disclosure may repeat reference numerals and/or letters in the various examples. This

repetition is for the purpose of simplicity and clarity and does not in itself dictate a relationship between the various embodiments and/or configurations discussed.

[0009] Further, spatially relative terms, such as "beneath," "below," "lower," "above," "upper" and the like, may be used herein for the ease of the description to describe one element or feature's relationship with respect to another element(s) or feature(s) as illustrated in the drawings. The spatially relative terms are intended to encompass different orientations of the device in use or operation in addition to the orientation depicted in the figures. The apparatus may be otherwise oriented (e.g., rotated by 90 degrees or at other orientations) and the spatially relative descriptors used herein may likewise be interpreted accordingly.

[0010] Notwithstanding that the numerical ranges and parameters setting forth the broad scope of the application are approximations, the numerical values set forth in the specific examples are reported as precisely as possible. Any numerical value, however, inherently contains certain errors necessarily resulting from the standard deviation found in the respective testing measurements. Also, as used herein, the term "about" generally means within 10%, 5%, 1%, or 0.5% of a given value or range. Alternatively, the term "about" means within an acceptable standard error of the mean when considered by one of ordinary skill in the art. As could be appreciated, other than in the operating/working examples, or unless otherwise expressly specified, all of the numerical ranges, amounts, values and percentages such as those for quantities of materials, durations of times, temperatures, operating conditions, ratios of amounts, and the likes thereof disclosed herein should be understood as modified in all instances by the term "about." Accordingly, unless indicated to the contrary, the numerical parameters set forth in the present disclosure and attached claims are approximations that can vary as desired. At the very least, each numerical parameter should at least be construed in light of the number of reported significant digits and by applying ordinary rounding techniques. Ranges can be expressed herein as from one endpoint to another endpoint or between two endpoints. All ranges disclosed herein are inclusive of the endpoints, unless specified otherwise.

[0011] When calculating the flow rate, it is critical to determine whether the detected data make sense so as to determine whether there is a need to calibrate the system. In some embodiments, the acoustic speed can be used as the basis for such determination, for example, one can apply the temperature value measured by the temperature sensor to obtain a theoretical acoustic speed, which is then used as a comparison with the current acoustic speed estimated from the actual measurement, so as to monitor whether the ultrasonic flow meter and temperature sensor of the system operate normally.

[0012] The present application provides a signal processing circuit 100 configured to calculate a current acoustic speed c and a current temperature T ; the present application also provides a chip, which includes the signal processing circuit 100. In some embodiments, the signal processing circuit 100 can be used in a transducer device; for example, the present application also provides a flow meter, which includes the signal processing circuit 100 and a transducer 102. For example, said flow meter can be used to detect flow velocity and/or flow rate of gases or liquids, however, the present application is not limited thereto.

[0013] FIG. 1 is a schematic diagram illustrating a signal processing circuit 100 used in a flow meter, according to embodiments of the present application. The signal processing circuit 100 is coupled to a first transducer 102 and a second transducer 104. The transducer is a component capable of transforming energy from one form into another form. These energy forms may include electric energy, mechanic energy, electromagnetic energy, solar energy, chemical energy, acoustic energy and thermal energy, etc.; however, the present application is not limited thereto, and the transducer may include any component capable of transforming energy.

[0014] The first transducer 102 and the second transducer 104 are disposed in a pipeline 116, and the transmission direction of the first transducer 102 faces the second transducer 104; the transmission direction of the second transducer 104 faces the first transducer 102. There is a distance L between the first transducer 102 and the second transducer 104, and L is greater than zero. Fluid (such as, liquid or gas) having the flow velocity v flows along the disposition direction D of the pipeline 116 and passes sequentially through the first transducer 102 and the second transducer 104.

[0015] The signal processing circuit 100 includes a first transmitter 106 and a first receiver 108, both of which are coupled to a first transducer 102; and a second transmitter 110 and a second receiver 112, both of which are coupled to a second transducer 104. The signal processing circuit 100 further includes a control unit 114 coupled to the first transmitter 106, the first receiver 108, the second transmitter 110 and the second receiver 112. The signal processing circuit 100 is configured to generate a current acoustic speed c and a current temperature T according to the results obtained from the first transducer 102 and the second transducer 104.

[0016] FIG. 2 and FIG. 3 flow diagrams illustrating the process that the control unit 114 calculates a current acoustic speed c according to the first embodiment of the present application. First, during an initializing stage (Step 202 to Step 212 in FIG. 2) of the flow meter, the flow velocity v is controlled, and hence, has a known value; during a general stage (Step 214 to Step 220 in FIG. 3) of the flow meter, the value of the flow velocity v is unknown. In the initializing stage of Step 202 to Step 212, the signal processing circuit 100 is used to obtain the distance L between the first transducer 102 and the second transducer 104. Although the first transducer 102 and the second transducer 104 are disposed in advanced, there might still be some minor deviation of the distance L , and hence, the initializing stage of Step 202 to

Step 212 can be used to obtain a more accurate distance L so that in Step 214 to Step 220, it is feasible to estimate the current acoustic speed c and the current temperature T.

[0017] In Step 202, the flow velocity v of the fluid in the pipeline 116 is controlled at 0, meaning that the fluid is not flowing. The control unit 114 generates a first signal and determines a first delay time TM12 for the first signal passing through the first transmitter 106 and the first transducer 102 to directly trigger the second transducer 104, and then passing through a second receiver 112, wherein the first delay time TM12 can be expressed using the following equation:

$$TM12 = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/c \quad (1)$$

wherein, t_{TX1} is a delay time for the first transmitter 106 and the first transducer 102 transmitting the signal (such as, the first signal), t_{RX12} is the delay time for the signal (such as, the first signal) from the first transmitter 106 being received by the second transducer 104 and the second receiver 112, t_{12} is the time for the signal (such as, the first signal) traveling from the first transducer 102 to the second transducer 104, and c is the current acoustic speed.

[0018] Next, in Step 204, the flow velocity v of the fluid in the pipeline 116 is still controlled at zero, and the control unit 114 generates a second signal and determines a second delay time TM21 for the second signal passing through the second transmitter 110 and the second transducer 104 to directly trigger the first transducer 102, and then passing through a first receiver 108, wherein the second delay time TM21 can be expressed using the following equation:

$$TM21 = t_{TX2} + t_{RX21} + t_{21} = t_{TX2} + t_{RX21} + L/c \quad (2)$$

wherein, t_{TX2} is the delay time for the second transmitter 110 and the second transducer 104 transmitting the signal (such as, the second signal), t_{RX21} is the delay time for the signal (such as, the second signal) from the second transmitter 110 being received by the first transducer 102 and the first receiver 108, and t_{21} is the time for the signal (such as, the second signal) traveling from the second transducer 104 to the first transducer 102.

[0019] Accordingly, in Step 206, it is feasible to obtain specific factor $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ by subtracting a first delay time TM12 from the second delay time TM21 for subsequent use.

$$TM21 - TM12 = t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12} \quad (3)$$

[0020] Next, in Step 208, the flow velocity v of the fluid is controlled at a specific flow velocity vs that is greater than zero, and the control unit 114 generates a third signal and determines a third delay time TM12_{vs} for the third signal passing through the first transmitter 106 and the first transducer 102 to directly trigger the second transducer 104, and then passing through the second receiver 112, wherein the third delay time TM12_{vs} can be expressed using the following equation:

$$TM12_{vs} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/(c + vs) \quad (4)$$

[0021] In Step 210, the flow velocity v of the fluid is still controlled at the specific flow velocity vs that is greater than zero, and the control unit 114 generates a fourth signal and determines a fourth delay time TM21_{vs} for the fourth signal passing through the second transmitter 110 and the second transducer 104 to directly trigger the first transducer 102, and then passing through the first receiver 108, wherein the fourth delay time TM21_{vs} can be expressed using the following equation:

$$TM21_{vs} = t_{TX2} + t_{RX21} + L/(c - vs) \quad (5)$$

[0022] Therefore, equation (6) can be obtained according to equation (4) and equation (5):

$$L \approx 2 * vs * TM12_{vs} * TM21_{vs} / ((TM21_{vs} - TM12_{vs}) - (t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12})) \quad (6)$$

[0023] Hence, in Step 212, it is feasible to obtain the distance L according to the specific flow velocity vs, the specific factor $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$, the third delay time TM12_{vs} and the fourth delay time TM21_{vs} from the equation (6).

[0024] Next, in Step 214, the flow meter enters the general stage, at which time, the flow velocity v is unknown, and

the control unit 114 generates a fifth signal and determines a fifth delay time $TM12_v$ for the fifth signal passing through the first transmitter 106 and the first transducer 102 to directly trigger the second transducer 104, and then passing through the second receiver 112, wherein the fifth delay time $TM12_v$ can be expressed using the following equation:

$$TM12_v = t_{TX1} + t_{RX12} + L / (c + v) \quad (7)$$

[0025] In Step 216, the control unit 114 generates a sixth signal and determines a sixth delay time $TM21_v$ for the sixth signal passing through the second transmitter 110 and the second transducer 104 to directly trigger the first transducer 102, and then passing through the first receiver 108, wherein the sixth delay time $TM21_v$ can be expressed using the following equation:

$$TM21_v = t_{TX2} + t_{RX21} + L / (c - v) \quad (8)$$

[0026] Therefore, equation (9) can be obtained according to equation (7) and equation (8):

$$c \approx (L/2) * (TM12_v + TM21_v) / (TM21_v * TM12_v) \quad (9)$$

[0027] Hence, in Step 218, it is feasible to obtain the current acoustic speed c according to the distance L , the fifth delay time $TM12_v$, and the sixth delay time $TM21_v$ from equation (9).

$$c = 343 + 0.6 * T \quad (10)$$

[0028] In Step 220, the control unit 114 further obtains the current temperature T according to the current acoustic speed c from equation (10).

[0029] FIG. 4 is a flow diagram illustrating the process that the control unit 114 calculates the current acoustic speed c , according to the second embodiment of the present application. In Step 314 to Step 320 in FIG. 4, the flow meter enters the general stage, at which time the flow velocity v is unknown. Step 314 to Step 320 in FIG. 4 can be used in connection with Step 202 to Step 212 in FIG. 2. In other words, Step 214 to Step 220 in FIG. 3 may replace Step 314 to Step 320 in FIG. 4, so as to estimate the current acoustic speed c and the current temperature T more accurately.

[0030] In Step 314, the flow velocity v is unknown, and the control unit 114 generates a seventh signal and determines a seventh delay time $TM12_v$ for a seventh signal passing through the first transmitter 106 and the first transducer 102 to directly trigger the second transducer 104, and then passing through the second receiver 112, wherein the seventh delay time $TM12_v$ can be expressed using the following equation (same as equation (7)):

$$TM12_v = t_{TX1} + t_{RX12} + L / (c + v) \quad (11)$$

[0031] In Step 316, the flow velocity v is unknown, and the control unit 114 generates an eighth signal and determines an eighth delay time $TE12_v$ for the eighth signal passing through the first transmitter 106 and the first transducer 102 to the second transducer 104 and bouncing back to the first transducer 102, and then bouncing back to the second transducer 104, and then passing through the second receiver 112, wherein the eighth delay time $TE12_v$ can be expressed using the following equation:

$$TE12_v = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} + t_{21} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + L / (c + v) + L / (c - v) + L / (c + v) \quad (12)$$

[0032] The following equation can be obtained by subtracting equation (11) from equation (12):

$$TE12_v - TM12_v \approx 2 * L / c \quad (13)$$

[0033] Therefore, in Step 318, the control unit 114 can obtain the current acoustic speed c according to the distance

L, the seventh delay time $TM12_v$, and the eighth delay time $TE12_v$ from equation (13).

[0034] Subsequently, in Step 320, the control unit 114 further obtain the current temperature T according to the current acoustic speed c from equation (10).

[0035] Compared with the acoustic speed c, the flow velocity v is relatively small, and hence, the degree of distortion during the simplification process of equation (13) is less than that of the equation (9), and accordingly, the current acoustic speed c and the current temperature T obtained in Step 314 to Step 320 are more accurate than those obtained in Step 214 to Step 220.

[0036] FIG. 5 is a flow diagram illustrating the process that control unit 114 calculates the current acoustic speed c, according to the third embodiment of the present application. In Step 414 to Step 420 in FIG. 5, the flow meter enters a general stage, at which time, the flow velocity v is an unknown value. Step 514 to Step 420 in FIG. 5 can be used in connection with Step 202 to Step 212 in FIG. 2. In other words, Step 214 to Step 220 in FIG. 3 may replace Step 414 to Step 420 in FIG. 5, so as to estimate the current acoustic speed c and the current temperature T more accurately.

[0037] In Step 414, the flow velocity v is unknown, and the control unit 114 generates a ninth signal and determines a ninth delay time $TM12_v$ for the ninth signal passing through the first transmitter 106 and the first transducer 102 to directly trigger the second transducer 104, and then passing through the second receiver 112, wherein the ninth delay time $TM12_v$ can be expressed using the following equation (same as equation (7)):

$$TM12_v = t_{TX1} + t_{RX12} + L/(c + v) \quad (14)$$

[0038] In Step 416, the control unit 114 generates a tenth signal and determines a tenth delay time $TM21_v$ for the tenth signal passing through the second transmitter 110 and the second transducer 104 to directly trigger the first transducer 102, and then passing through the first receiver 108, wherein the tenth delay time $TM21_v$ can be expressed using the following equation (same as equation (8)):

$$TM21_v = t_{TX2} + t_{RX21} + L/(c - v) \quad (15)$$

[0039] In Step 418, the control unit 114 generates an eleventh signal and determines an eleventh delay time $TE11_v$ for the eleventh signal passing through the first transmitter 106 and the first transducer 102 to the second transducer 104, and bouncing back to the first transducer 102, and then passing through the first transducer 102 and the first receiver 108, wherein the eleventh delay time $TE11_v$ can be expressed using the following equation:

$$TE11_v = t_{TX1} + t_{RX11} + t_{12} + t_{21} = t_{TX1} + t_{RX11} + L/(c + v) + L/(c - v) \quad (16)$$

wherein t_{RX11} is the delay time of the signal (such as, the eleventh signal) from the first transmitter 106 in the first transducer 102 and the first receiver 108.

[0040] In Step 420, the control unit 114 generates a twelfth signal and determines a twelfth delay time $TE22_v$ for the twelfth signal passing through the second transmitter 110 and the second transducer 104 to the first transducer 102 and bouncing back to the second transducer 104, and then passing through the second transducer 104 and the second receiver 112, which can be expressed using the following equation:

$$TE22_v = t_{TX2} + t_{RX22} + t_{21} + t_{12} = t_{TX2} + t_{RX22} + L/(c - v) + L/(c + v) \quad (17)$$

wherein t_{RX22} is the delay time of the signal (such as, the twelfth signal) from the second transmitter 110 in the second transducer 104 and the second receiver 112.

[0041] The following equation can be obtained by subtracting equation (14) from equation (16):

$$TE11_v - TM12_v = t_{RX11} - t_{RX12} + L/(c - v) \quad (18)$$

[0042] The following equation can be obtained by subtracting equation (15) from equation (17):

$$TE22_v - TM21_v = t_{RX22} - t_{RX21} + L/(c + v) \quad (19)$$

[0043] Consequently, the following equation can be obtained according to equation (18) and equation (19):

$$2 * L/c \approx TE11_v - TM12_v + TE22_v - TM21_v \quad (20)$$

[0044] Hence, in Step 422, the control unit 114 can obtain the current acoustic speed c according to the distance L , the ninth delay time $TM12_v$, the tenth delay time $TM21_v$, the eleventh delay time $TE11_v$, and the twelfth delay time $TE22_v$ from equation (20).

[0045] Then, in Step 424, the control unit 114 further obtain the current temperature T according to the current acoustic speed c from equation (10).

[0046] The degree of simplification in equation (20) is less than that in equation (9), and therefore, the current acoustic speed c and current temperature T obtained from Step 414 to Step 424 is more accurate than those obtained from Step 214 to Step 220.

[0047] The foregoing outlines features of several embodiments so that those skilled in the art may better understand various aspects of the present disclosure. Those skilled in the art should appreciate that they may readily use the present disclosure as a basis for designing or modifying other processes and structures for carrying out the same purposes and/or achieving the same advantages of embodiments introduced herein.

Claims

1. A signal processing circuit (100), wherein the signal processing circuit (100) is coupled to a first transducer (102) and a second transducer (104), wherein there is a distance (L) greater than zero between the first transducer (102) and the second transducer (104), and a fluid having a flow velocity (v) flows sequentially through the first transducer (102) and the second transducer (104), wherein the signal processing circuit (100) comprises:

a first transmitter (106), coupled to the first transducer (102);
a first receiver (108), coupled to the first transducer (102);
a second transmitter (110), coupled to the second transducer (104);
a second receiver (112), coupled to the second transducer (104); and
a control unit (114), coupled to the first transmitter (106), the first receiver (108), the second transmitter (110) and the second receiver (112), wherein the control unit (114) is configured to:

during an initializing stage:

generate a first signal and determine a first delay time ($TM12$) for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is zero;
generate a second signal and determine a second delay time ($TM21$) for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is zero;
obtain a specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) according to the first delay time ($TM12$) and the second delay time ($TM21$);
generate a third signal and determine a third delay time ($TM12_{vs}$) for the third signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is a specific flow velocity (vs) greater than zero;
generate a fourth signal and determine a fourth delay time ($TM21_{vs}$) for the fourth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is the specific flow velocity (vs); and
obtain the distance (L) according to the specific flow velocity (vs), the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), the third delay time ($TM12_{vs}$) and the fourth delay time ($TM21_{vs}$); and

during a general stage, the flow velocity (v) is an unknown value:

generate a fifth signal and determine a fifth delay time ($TM12_v$) for the fifth signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112);

generate a sixth signal and determine a sixth delay time ($TM21_v$) for the sixth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108); and
 obtain a current acoustic speed (c) according to the distance (L), the fifth delay time ($TM12_v$) and the sixth delay time ($TM21_v$).

2. The signal processing circuit (100) of claim 1, **characterized in that** the control unit (114) is further configured to obtain a current temperature (T) according to the current acoustic speed (c).

3. The signal processing circuit (100) of claim 1, **characterized in that** the control unit (114) is further configured to obtain the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) by subtracting the first delay time (TM12) from the second delay time (TM21).

4. The signal processing circuit (100) of claim 3, **characterized in that** the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) is a delay time for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104), plus a delay time for the second signal passing through the first transducer (102) and the first receiver (108), minus a delay time for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102), and minus a delay time for the first signal passing through the second transducer (104) and the second receiver (112).

5. A signal processing circuit (100), wherein the signal processing circuit (100) is coupled to a first transducer (102) and a second transducer (104), wherein there is a distance (L) greater than zero between the first transducer (102) and the second transducer (104), and a fluid having a flow velocity (v) flows sequentially through the first transducer (102) and the second transducer (104), wherein the signal processing circuit (100) comprises:

a first transmitter (106), coupled to the first transducer (102);
 a first receiver (108), coupled to the first transducer (102);
 a second transmitter (110), coupled to the second transducer (104);
 a second receiver (112), coupled to the second transducer (104); and
 a control unit (114), coupled to the first transmitter (106), the first receiver (108), the second transmitter (110) and the second receiver (112), wherein the control unit (114) is configured to:

during an initializing stage:

generate a first signal and determine a first delay time (TM12) for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is zero;
 generate a second signal and determine a second delay time (TM21) for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is zero;
 obtain a specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) according to the first delay time (TM12) and the second delay time (TM21);
 generate a third signal and determine a third delay time ($TM12_{vs}$) for the third signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is a specific flow velocity (vs) greater than zero;
 generate a fourth signal and determine a fourth delay time ($TM21_{vs}$) for the fourth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is the specific flow velocity (vs); and
 obtain the distance (L) according to the specific flow velocity (vs), the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), the third delay time ($TM12_{vs}$) and the fourth delay time ($TM21_{vs}$); and

during a general stage, the flow velocity (v) is an unknown value:

generate a seventh signal and determine a seventh delay time ($TM12_v$) for the seventh signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112);
 generate an eighth signal and determine an eighth delay time ($TE12_v$) for the eighth signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and

bouncing back to the first transducer (102), and then bouncing back to the second transducer (104), and then passing through the second transducer (104) and the second receiver (112); and obtain a current acoustic speed (c) according to the distance (L), the seventh delay time (TM12_v) and the eighth delay time (TE12_v).

6. A signal processing circuit (100), wherein the signal processing circuit (100) is coupled to a first transducer (102) and a second transducer (104), wherein there is a distance (L) greater than zero between the first transducer (102) and the second transducer (104), and a fluid having a flow velocity (v) flows sequentially through the first transducer (102) and the second transducer (104), wherein the signal processing circuit (100) comprises:

a first transmitter (106), coupled to the first transducer (102);
 a first receiver (108), coupled to the first transducer (102);
 a second transmitter (110), coupled to the second transducer (104);
 a second receiver (112), coupled to the second transducer (104); and
 a control unit (114), coupled to the first transmitter (106), the first receiver (108), the second transmitter (110) and the second receiver (112), wherein the control unit (114) is configured to:

during an initializing stage:

generate a first signal and determine a first delay time (TM12) for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is zero;
 generate a second signal and determine a second delay time (TM21) for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is zero;
 obtain a specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) according to the first delay time (TM12) and the second delay time (TM21);
 generate a third signal and determine a third delay time (TM12_{vs}) for the third signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is a specific flow velocity (vs) greater than zero;
 generate a fourth signal and determine a fourth delay time (TM21_{vs}) for the fourth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is the specific flow velocity (vs); and
 obtain the distance (L) according to the specific flow velocity (vs), the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), the third delay time (TM12_{vs}) and the fourth delay time (TM21_{vs}); and

during a general stage, the flow velocity (v) is an unknown value:

generate a ninth signal and determine a ninth delay time (TM12_v) for the ninth signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112);
 generate a tenth signal and determine a tenth delay time (TM21_v) for the tenth signal passing through a second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108);
 generate an eleventh signal and determine an eleventh delay time (TE11_v) for the eleventh signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and bouncing back to the first transducer (102), and then passing through the first transducer (102) and the first receiver (108);
 generate a twelfth signal and determine a twelfth delay time (TE22_v) for the twelfth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and bouncing back to the second transducer (104), and then passing through the second transducer (104) and the second receiver (112); and
 obtain a current acoustic speed (c) according to the distance (L), the ninth delay time (TM12_v), the tenth delay time (TM21_v), the eleventh delay time (TE11_v) and the twelfth delay time (TE22_v).

7. A chip, **characterized by** comprising:
 the signal processing circuit (100) of any of claims 1-6.

8. A flow meter, **characterized by** comprising:

the signal processing circuit (100) of any of claims 1-6;
 the first transducer (102); and
 the second transducer (104);
 wherein the signal processing circuit (100) is coupled to the first transducer (102) and the second transducer (104).

9. A signal processing method, for controlling a first transmitter (106), a first receiver (108), a second transmitter (110) and a second receiver (112), wherein the first transmitter (106) and the first receiver (108) are coupled to a first transducer (102), the second transmitter (110) and the second receiver (112) are coupled to a second transducer (104), there is a distance (L) greater than zero between the first transducer (102) and the second transducer (104), and a fluid having a flow velocity (v) flows sequentially through the first transducer (102) and the second transducer (104), wherein the signal processing method comprises:

during an initializing stage:

generating a first signal and determining a first delay time (TM12) for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is zero;

generating a second signal and determining a second delay time (TM21) for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is zero;

obtaining a specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) according to the first delay time (TM12) and the second delay time (TM21);

generating a third signal and determining a third delay time (TM12_{vs}) for the third signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is a specific flow velocity (vs) greater than zero;

generating a fourth signal and determining a fourth delay time (TM21_{vs}) for the fourth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is the specific flow velocity (vs); and

obtaining the distance (L) according to the specific flow velocity (vs), the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), the third delay time (TM12_{vs}) and the fourth delay time (TM21_{vs}); and

during a general stage, the flow velocity(v) is an unknown value:

generating a fifth signal and determining a fifth delay time (TM12_v) for the fifth signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112);

generating a sixth signal and determining a sixth delay time (TM21_v) for the sixth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108); and

obtaining a current acoustic speed (c) according to the distance (L), the fifth delay time (TM12_v) and the sixth delay time (TM21_v).

10. The signal processing method of claim 9, **characterized by** further comprising subtracting the first delay time(TM12) from the second delay time(TM21) to obtain the specific factor($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$).11. The signal processing method of claim 10, **characterized in that** the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) is a delay time for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104), plus a delay time for the second signal passing through the first transducer (102) and the first receiver (108), minus a delay time for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102), and minus a delay time for the first signal passing through the second transducer (104) and the second receiver (112).

12. A signal processing method, for controlling a first transmitter (106), a first receiver (108), a second transmitter (110) and a second receiver (112), wherein the first transmitter (106) and the first receiver (108) are coupled to a first transducer (102), the second transmitter (110) and the second receiver (112) are coupled to a second transducer (104), there is a distance (L) greater than zero between the first transducer (102) and the second transducer (104),

and a fluid having a flow velocity (v) flows sequentially through the first transducer (102) and the second transducer (104), wherein the signal processing method comprises:

during an initializing stage:

generating a first signal and determining a first delay time (TM12) for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is zero;
 generating a second signal and determining a second delay time (TM21) for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is zero;
 obtaining a specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) according to the first delay time (TM12) and the second delay time (TM21);
 generating a third signal and determining a third delay time (TM12_{vs}) for the third signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is a specific flow velocity (vs) greater than zero;
 generating a fourth signal and determining a fourth delay time (TM21_{vs}) for the fourth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is the specific flow velocity (vs); and
 obtaining the distance (L) according to the specific flow velocity (vs), the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), the third delay time (TM12_{vs}) and the fourth delay time (TM21_{vs}); and

during a general stage, the flow velocity (v) is an unknown value:

generating a seventh signal and determining a seventh delay time (TM12_v) for the seventh signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112);
 generating an eighth signal and determining an eighth delay time (TE12_v) for the eighth signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and bouncing back to the first transducer (102), and then bouncing back to the second transducer (104), and then passing through the second transducer (104) and the second receiver (112); and
 obtaining a current acoustic speed (c) according to the distance (L), the seventh delay time (TM12_v) and the eighth delay time (TE12_v).

13. A signal processing method, for controlling a first transmitter (106), a first receiver (108), a second transmitter (110) and a second receiver (112), wherein the first transmitter (106) and the first receiver (108) are coupled to a first transducer (102), the second transmitter (110) and the second receiver (112) are coupled to a second transducer (104), there is a distance (L) greater than zero between the first transducer (102) and the second transducer (104), and a fluid having a flow velocity (v) flows sequentially through the first transducer (102) and the second transducer (104), wherein the signal processing method comprises:

during an initializing stage:

generating a first signal and determining a first delay time (TM12) for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is zero;
 generating a second signal and determining a second delay time (TM21) for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is zero;
 obtaining a specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) according to the first delay time (TM12) and the second delay time (TM21);
 generating a third signal and determining a third delay time (TM12_{vs}) for the third signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112), when the flow velocity (v) is a specific flow velocity (vs) greater than zero;
 generating a fourth signal and determining a fourth delay time (TM21_{vs}) for the fourth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108), when the flow velocity (v) is the specific flow velocity (vs); and
 obtaining the distance (L) according to the specific flow velocity (vs), the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1}$

- t_{RX12}), the third delay time ($TM12_{vs}$) and the fourth delay time ($TM21_{vs}$); and

during a general stage, the flow velocity (v) is an unknown value:

generating a ninth signal and determining a ninth delay time ($TM12_v$) for the ninth signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and then passing through the second receiver (112);
generating a tenth signal and determining a tenth delay time ($TM21_v$) for the tenth signal passing through a second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and then passing through the first receiver (108);
generating an eleventh signal and determining an eleventh delay time ($TE11_v$) for the eleventh signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102) to the second transducer (104) and bouncing back to the first transducer (102), and then passing through the first transducer (102) and the first receiver (108);
generating a twelfth signal and determining a twelfth delay time ($TE22_v$) for the twelfth signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104) to the first transducer (102) and bouncing back to the second transducer (104), and then passing through the second transducer (104) and the second receiver (112); and
obtaining a current acoustic speed (c) according to the distance (L), the ninth delay time ($TM12_v$), the tenth delay time ($TM21_v$), the eleventh delay time ($TE11_v$) and the twelfth delay time ($TE22_v$).

14. The signal processing method of claim 13, **characterized by** further comprising subtracting the first delay time ($TM12$) from the second delay time ($TM21$) to obtain the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$).

15. The signal processing method of claim 14, **characterized in that** the specific factor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) is a delay time for the second signal passing through the second transmitter (110) and the second transducer (104), plus a delay time for the second signal passing through the first transducer (102) and the first receiver (108), minus a delay time for the first signal passing through the first transmitter (106) and the first transducer (102), and minus a delay time for the first signal passing through the second transducer (104) and the second receiver (112).

Patentansprüche

1. Signalverarbeitungsschaltung (100), wobei die Signalverarbeitungsschaltung (100) mit einem ersten Wandler (102) und einem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist, wobei zwischen dem ersten Wandler (102) und dem zweiten Wandler (104) eine Entfernung (L) größer Null besteht und ein Fluid mit einer Strömungsgeschwindigkeit (v) nacheinander durch den ersten Wandler (102) und den zweiten Wandler (104) strömt, wobei die Signalverarbeitungsschaltung (100) umfasst:

einen ersten Sender (106), der mit dem ersten Wandler (102) gekoppelt ist;
einen ersten Empfänger (108), der mit dem ersten Wandler (102) gekoppelt ist;
einen zweiten Sender (110), der mit dem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist;
einen zweiten Empfänger (112), der mit dem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist; und
eine Steuereinheit (114), die mit dem ersten Sender (106), dem ersten Empfänger (108), dem zweiten Sender (110) und dem zweiten Empfänger (112) gekoppelt ist, wobei die Steuereinheit (114) dazu konfiguriert ist:

während einer Initialisierungsphase:

ein erstes Signal zu erzeugen und eine erste Verzögerungszeit ($TM12$) für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist, zu bestimmen;

ein zweites Signal zu erzeugen und eine zweite Verzögerungszeit ($TM21$) für das zweite Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist, zu bestimmen;

einen bestimmten Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) entsprechend der ersten Verzögerungszeit ($TM12$) und der zweiten Verzögerungszeit ($TM21$) zu erhalten;

ein drittes Signal zu erzeugen und eine dritte Verzögerungszeit ($TM12_{vs}$) für das dritte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) eine bestimmte Strömungsgeschwindigkeit (vs) größer Null ist, zu bestimmen;

ein viertes Signal zu erzeugen und eine vierte Verzögerungszeit ($TM21_{vs}$) für das vierte Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) die spezifische Strömungsgeschwindigkeit (vs) ist, zu bestimmen; und den Abstand (L) entsprechend der spezifischen Strömungsgeschwindigkeit (vs),

dem spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), der dritten Verzögerungszeit ($TM12_{vs}$) und der vierten Verzögerungszeit ($TM21_{vs}$) zu erhalten; und

während einer allgemeinen Phase die Strömungsgeschwindigkeit (v) ein unbekannter Wert ist:

ein fünftes Signal zu erzeugen und eine fünfte Verzögerungszeit ($TM12_v$) für das fünfte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, zu bestimmen;

ein sechstes Signal zu erzeugen und eine sechste Verzögerungszeit ($TM21_v$) für das sechste Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, zu bestimmen; und

eine aktuelle akustische Geschwindigkeit (c) entsprechend der Entfernung (L), der fünften Verzögerungszeit ($TM12_v$) und der sechsten Verzögerungszeit ($TM21_v$) zu erhalten.

2. Signalverarbeitungsschaltung (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (114) weiterhin dazu konfiguriert ist, eine aktuelle Temperatur (T) entsprechend der aktuellen akustischen Geschwindigkeit (c) zu erhalten.

3. Signalverarbeitungsschaltung (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (114) außerdem so konfiguriert ist, dass sie den spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) durch Subtrahieren der ersten Verzögerungszeit ($TM12$) von der zweiten Verzögerungszeit ($TM21$) erhält.

4. Signalverarbeitungsschaltung (100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der spezifische Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) eine Verzögerungszeit für das zweite Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) läuft, plus eine Verzögerungszeit für das zweite Signal, das durch den ersten Wandler (102) und den ersten Empfänger (108) läuft, minus einer Verzögerungszeit für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) läuft, und minus einer Verzögerungszeit für das erste Signal, das durch den zweiten Wandler (104) und den zweiten Empfänger (112) läuft, ist.

5. Signalverarbeitungsschaltung (100), wobei die Signalverarbeitungsschaltung (100) mit einem ersten Wandler (102) und einem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist, wobei zwischen dem ersten Wandler (102) und dem zweiten Wandler (104) eine Entfernung (L) größer Null besteht und ein Fluid mit einer Strömungsgeschwindigkeit (v) nacheinander durch den ersten Wandler (102) und den zweiten Wandler (104) strömt, wobei die Signalverarbeitungsschaltung (100) umfasst:

einen ersten Sender (106), der mit dem ersten Wandler (102) gekoppelt ist;
einen ersten Empfänger (108), der mit dem ersten Wandler (102) gekoppelt ist;
einen zweiten Sender (110), der mit dem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist;
einen zweiten Empfänger (112), der mit dem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist; und
eine Steuereinheit (114), die mit dem ersten Sender (106), dem ersten Empfänger (108), dem zweiten Sender (110) und dem zweiten Empfänger (112) gekoppelt ist, wobei die Steuereinheit (114) dazu konfiguriert ist:

während einer Initialisierungsphase:

ein erstes Signal zu erzeugen und eine erste Verzögerungszeit ($TM12$) für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist, zu bestimmen;

ein zweites Signal zu erzeugen und eine zweite Verzögerungszeit ($TM21$) für das zweite Signal, das

durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist, zu bestimmen; einen bestimmten Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) entsprechend der ersten Verzögerungszeit (TM12) und der zweiten Verzögerungszeit (TM21) zu erhalten;

ein drittes Signal zu erzeugen und eine dritte Verzögerungszeit (TM12_{vs}) für das dritte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) eine bestimmte Strömungsgeschwindigkeit (vs) größer Null ist, zu bestimmen;

ein viertes Signal zu erzeugen und eine vierte Verzögerungszeit (TM21_{vs}) für das vierte Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) die spezifische Strömungsgeschwindigkeit (vs) ist, zu bestimmen; und

die Entfernung (L) entsprechend der spezifischen Strömungsgeschwindigkeit (vs), dem spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), der dritten Verzögerungszeit (TM12_{vs}) und der vierten Verzögerungszeit (TM21_{vs}) zu bestimmen; und

während einer allgemeinen Phase die Strömungsgeschwindigkeit (v) ein unbekannter Wert ist:

ein siebtes Signal zu erzeugen und eine siebte Verzögerungszeit (TM12_v) für das siebte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, zu bestimmen;

ein achttes Signal zu erzeugen und eine achte Verzögerungszeit (TE12_v) für das achte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und zum ersten Wandler (102) zurückprallt und dann zum zweiten Wandler (104) zurückprallt, und durch den zweiten Wandler (104) und den zweiten Empfänger (112) läuft; und

eine aktuelle akustische Geschwindigkeit (c) entsprechend der Entfernung (L), der siebten Verzögerungszeit (TM12_v) und der achten Verzögerungszeit (TE12_v) zu erhalten.

6. Signalverarbeitungsschaltung (100), wobei die Signalverarbeitungsschaltung (100) mit einem ersten Wandler (102) und einem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist, wobei zwischen dem ersten Wandler (102) und den zweiten Wandler (104) eine Entfernung (L) größer Null besteht, und ein Fluid mit einer Strömungsgeschwindigkeit (v) nacheinander durch den ersten Wandler (102) und den zweiten Wandler (104) strömt, wobei die Signalverarbeitungsschaltung (100) umfasst:

einen ersten Sender (106), der mit dem ersten Wandler (102) gekoppelt ist;
einen ersten Empfänger (108), der mit dem ersten Wandler (102) gekoppelt ist;
einen zweiten Sender (110), der mit dem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist;
einen zweiten Empfänger (112), der mit dem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist; und
eine Steuereinheit (114), die mit dem ersten Sender (106), dem ersten Empfänger (108), dem zweiten Sender (110) und dem zweiten Empfänger (112) gekoppelt ist, wobei die Steuereinheit (114) dazu konfiguriert ist:

während einer Initialisierungsphase:

ein erstes Signal zu erzeugen und eine erste Verzögerungszeit (TM12) für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist, zu bestimmen;

ein zweites Signal zu erzeugen und eine zweite Verzögerungszeit (TM21) für das zweite Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist, zu bestimmen;

einen bestimmten Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) entsprechend der ersten Verzögerungszeit (TM12) und der zweiten Verzögerungszeit (TM21) zu erhalten;

ein drittes Signal zu erzeugen und eine dritte Verzögerungszeit (TM12_{vs}) für das dritte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) eine bestimmte Strömungsgeschwindigkeit (vs) größer Null ist, zu bestimmen;

ein viertes Signal zu erzeugen und eine vierte Verzögerungszeit (TM21_{vs}) für das vierte Signal, das

durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) die spezifische Strömungsgeschwindigkeit (v_s) ist, zu bestimmen; und
 die Entfernung (L) entsprechend der spezifischen Strömungsgeschwindigkeit (v_s), dem spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), der dritten Verzögerungszeit (TM12_{vs}) und der vierten Verzögerungszeit (TM21_{vs}) zu erhalten; und

während einer allgemeinen Phase die Strömungsgeschwindigkeit (v) ein unbekannter Wert ist:

ein neuntes Signal zu erzeugen und eine neunte Verzögerungszeit (TM12_v) für das neunte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, zu bestimmen;
 ein zehntes Signal zu erzeugen und eine zehnte Verzögerungszeit (TM21_v) für das zehnte Signal, das durch einen zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, zu bestimmen;
 ein elftes Signal zu erzeugen und eine elfte Verzögerungszeit (TE11_v) für das elfte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und zum ersten Wandler (102) zurückprallt und dann durch den ersten Wandler (102) und den ersten Empfänger (108) läuft, zu bestimmen,
 ein zwölftes Signal zu erzeugen und eine zwölfte Verzögerungszeit (TE22_v) für das zwölfte Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und zum zweiten Wandler (104) zurückprallt und dann durch den zweiten Wandler (104) und den zweiten Empfänger (112) läuft, zu bestimmen; und
 eine aktuelle akustische Geschwindigkeit (c) entsprechend der Entfernung (L), der neunten Verzögerungszeit (TM12_v), der zehnten Verzögerungszeit (TM21_v), der elften Verzögerungszeit (TE1 IV) und der zwölften Verzögerungszeit (TE22_v) zu erhalten.

7. Chip, dadurch gekennzeichnet, dass er umfasst:

die Signalverarbeitungsschaltung (100) nach einem der Ansprüche 1-6.

8. Durchflussmesser, dadurch gekennzeichnet, dass er umfasst:

die Signalverarbeitungsschaltung (100) nach einem der Ansprüche 1-6;
 den ersten Wandler (102); und
 den zweiten Wandler (104);
 wobei die Signalverarbeitungsschaltung (100) mit dem ersten Wandler (102) und dem zweiten Wandler (104) gekoppelt ist.

9. Signalverarbeitungsverfahren, zum Steuern eines ersten Senders (106), eines ersten Empfängers (108), eines zweiten Senders (110) und eines zweiten Empfängers (112), wobei der erste Sender (106) und der erste Empfänger (108) mit einem ersten Wandler (102) gekoppelt sind, der zweite Sender (110) und der zweite Empfänger (112) mit einem zweiten Wandler (104) gekoppelt sind, zwischen dem ersten Wandler (102) und dem zweiten Wandler (104) eine Entfernung (L) größer Null besteht und ein Fluid mit einer Strömungsgeschwindigkeit (v) nacheinander durch den ersten Wandler (102) und den zweiten Wandler (104) strömt, wobei das Signalverarbeitungsverfahren umfasst:
 während einer Initialisierungsphase:

Erzeugen eines ersten Signals und Bestimmen einer ersten Verzögerungszeit (TM12) für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist;
 Erzeugen eines zweiten Signals und Bestimmen einer zweiten Verzögerungszeit (TM21) für das zweite Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist;
 Erhalten eines bestimmten Faktors ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) entsprechend der ersten Verzögerungszeit (TM12) und der zweiten Verzögerungszeit (TM21);
 Erzeugen eines dritten Signals und Bestimmen einer dritten Verzögerungszeit (TM12_{vs}) für das dritte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) eine bestimmte Strömungsgeschwindigkeit (v_s) größer Null ist;

Erzeugen eines vierten Signals und Bestimmen einer vierten Verzögerungszeit ($TM21_{vs}$) für das vierte Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) die spezifische Strömungsgeschwindigkeit (vs) ist; und

Erhalten der Entfernung (L) entsprechend der spezifischen Strömungsgeschwindigkeit (vs), dem spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), der dritten Verzögerungszeit ($TM12_{vs}$) und der vierten Verzögerungszeit ($TM21_{vs}$); und während einer allgemeinen Phase die Strömungsgeschwindigkeit (v) ein unbekannter Wert ist: Erzeugen eines fünften Signals und Bestimmen einer fünften Verzögerungszeit ($TM12_v$) für das fünfte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft;

Erzeugen eines sechsten Signals und Bestimmen einer sechsten Verzögerungszeit ($TM21_v$) für das sechste Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft; und

Erhalten einer aktuellen akustischen Geschwindigkeit (c) entsprechend der Entfernung (L), der fünften Verzögerungszeit ($TM12_v$) und der sechsten Verzögerungszeit ($TM21_v$).

10. Signalverarbeitungsverfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es weiterhin das Subtrahieren der ersten Verzögerungszeit ($TM12$) von der zweiten Verzögerungszeit ($TM21$) umfasst, um den spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) zu erhalten.

11. Signalverarbeitungsverfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der spezifische Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) eine Verzögerungszeit für das zweite Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) läuft, plus eine Verzögerungszeit für das zweite Signal, das durch den ersten Wandler (102) und den ersten Empfänger (108) läuft, minus einer Verzögerungszeit für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) läuft, und minus einer Verzögerungszeit für das erste Signal, das durch den zweiten Wandler (104) und den zweiten Empfänger (112) läuft.

12. Signalverarbeitungsverfahren, zum Steuern eines ersten Senders (106), eines ersten Empfängers (108), eines zweiten Senders (110) und eines zweiten Empfängers (112), wobei der erste Sender (106) und der erste Empfänger (108) mit einem ersten Wandler (102) gekoppelt sind, der zweite Sender (110) und der zweite Empfänger (112) mit einem zweiten Wandler (104) gekoppelt sind, zwischen dem ersten Wandler (102) und dem zweiten Wandler (104) eine Entfernung (L) größer Null besteht und ein Fluid mit einer Strömungsgeschwindigkeit (v) nacheinander durch den ersten Wandler (102) und den zweiten Wandler (104) strömt, wobei das Signalverarbeitungsverfahren umfasst: während einer Initialisierungsphase:

Erzeugen eines ersten Signals und Bestimmen einer ersten Verzögerungszeit ($TM12$) für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist;

Erzeugen eines zweiten Signals und Bestimmen einer zweiten Verzögerungszeit ($TM21$) für das zweite Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist;

Erhalten eines bestimmten Faktors ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) entsprechend der ersten Verzögerungszeit ($TM12$) und der zweiten Verzögerungszeit ($TM21$);

Erzeugen eines dritten Signals und Bestimmen einer dritten Verzögerungszeit ($TM12_{vs}$) für das dritte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) eine bestimmte Strömungsgeschwindigkeit (vs) größer Null ist;

Erzeugen eines vierten Signals und Bestimmen einer vierten Verzögerungszeit ($TM21_{vs}$) für das vierte Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) die spezifische Strömungsgeschwindigkeit (vs) ist; und

Erhalten der Entfernung (L) entsprechend der spezifischen Strömungsgeschwindigkeit (vs), dem spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), der dritten Verzögerungszeit ($TM12_{vs}$) und der vierten Verzögerungszeit ($TM21_{vs}$); und während einer allgemeinen Phase die Strömungsgeschwindigkeit (v) ein unbekannter Wert ist.

Erzeugen eines siebten Signals und Bestimmen einer siebten Verzögerungszeit ($TM12_v$) für das siebte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft;

Erzeugen eines achten Signals und Bestimmen einer achten Verzögerungszeit ($TE12_v$) für das achte Signal,

das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und zum ersten Wandler (102) zurückprallt, und dann zum zweiten Wandler (104) zurückprallt und dann durch den zweiten Wandler (104) und den zweiten Empfänger (112) läuft; und
 Erhalten einer aktuellen akustischen Geschwindigkeit (c) entsprechend der Entfernung (L), der siebten Verzögerungszeit (TM12_v) und der achten Verzögerungszeit (TE12_v).

13. Signalverarbeitungsverfahren, zum Steuern eines ersten Senders (106), eines ersten Empfängers (108), eines zweiten Senders (110) und eines zweiten Empfängers (112), wobei der erste Sender (106) und der erste Empfänger (108) mit einem ersten Wandler (102) gekoppelt sind, der zweite Sender (110) und der zweite Empfänger (112) mit einem zweiten Wandler (104) gekoppelt sind, zwischen dem ersten Wandler (102) und dem zweiten Wandler (104) eine Entfernung (L) größer Null besteht, und ein Fluid mit einer Strömungsgeschwindigkeit (v) nacheinander durch den ersten Wandler (102) und den zweiten Wandler (104) strömt, wobei das Signalverarbeitungsverfahren umfasst.

während einer Initialisierungsphase:

Erzeugen eines ersten Signals und Bestimmen einer ersten Verzögerungszeit (TM12) für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist;

Erzeugen eines zweiten Signals und Bestimmen einer zweiten Verzögerungszeit (TM21) für das zweite Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) Null ist; Erhalten eines bestimmten Faktors ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) entsprechend der ersten Verzögerungszeit (TM12) und der zweiten Verzögerungszeit (TM21);

Erzeugen eines dritten Signals und Bestimmen einer dritten Verzögerungszeit (TM12_{vs}) für das dritte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) eine bestimmte Strömungsgeschwindigkeit (vs) größer Null ist;

Erzeugen eines vierten Signals und Bestimmen einer vierten Verzögerungszeit (TM21_{vs}) für das vierte Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft, wenn die Strömungsgeschwindigkeit (v) die spezifische Strömungsgeschwindigkeit (vs) ist; und

Erhalten der Entfernung (L) entsprechend der spezifischen Strömungsgeschwindigkeit (vs), dem spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), der dritten Verzögerungszeit (TM12_{vs}) und der vierten Verzögerungszeit (TM21_{vs}); und

während einer allgemeinen Phase die Strömungsgeschwindigkeit (v) ein unbekannter Wert ist:

Erzeugen eines neunten Signals und Bestimmen einer neunten Verzögerungszeit (TM12_v) für das neunte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und dann durch den zweiten Empfänger (112) läuft;

Erzeugen eines zehnten Signals und Bestimmen einer zehnten Verzögerungszeit (TM21_v) für das zehnte Signal, das durch einen zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und dann durch den ersten Empfänger (108) läuft;

Erzeugen eines elften Signals und Bestimmen einer elften Verzögerungszeit (TE11_v) für das elfte Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) zum zweiten Wandler (104) läuft und zum ersten Wandler (102) zurückprallt und dann durch den ersten Wandler (102) und den ersten Empfänger (108) läuft;

Erzeugen eines zwölften Signals und Bestimmen einer zwölften Verzögerungszeit (TE22_v) für das zwölfte Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) zum ersten Wandler (102) läuft und zum zweiten Wandler (104) zurückprallt und dann durch den zweiten Wandler (104) und den zweiten Empfänger (112) läuft; und

Erhalten einer aktuellen akustischen Geschwindigkeit (c) entsprechend der Entfernung (L), der neunten Verzögerungszeit (TM12_v), der zehnten Verzögerungszeit (TM21_v), der elften Verzögerungszeit (TE11_v) und der zwölften Verzögerungszeit (TE22_v).

14. Signalverarbeitungsverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** es weiterhin das Subtrahieren der ersten Verzögerungszeit (TM12) von der zweiten Verzögerungszeit (TM21) umfasst, um den spezifischen Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) zu erhalten

15. Signalverarbeitungsverfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der spezifische Faktor ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) eine Verzögerungszeit für das zweite Signal, das durch den zweiten Sender (110) und den zweiten Wandler (104) läuft, plus eine Verzögerungszeit für das zweite Signal, das durch den ersten Wandler (102) und den ersten Empfänger (108) läuft, minus einer Verzögerungszeit für das erste Signal, das durch den ersten Sender (106) und den ersten Wandler (102) läuft, und minus einer Verzögerungszeit für das erste Signal, das durch den zweiten Wandler (104) und den zweiten Empfänger (112) läuft.

Revendications

1. Circuit de traitement de signaux (100), dans lequel le circuit de traitement de signaux (100) est couplé à un premier transducteur (102) et à un second transducteur (104), dans lequel il existe une distance (L) supérieure à zéro entre le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), et un fluide ayant une vitesse d'écoulement (v) s'écoule séquentiellement à travers le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), dans lequel le circuit de traitement de signaux (100) comprend :

un premier émetteur (106), couplé au premier transducteur (102) ;
 un premier récepteur (108), couplé au premier transducteur (102) ;
 un second émetteur (110), couplé au second transducteur (104) ;
 un second récepteur (112), couplé au second transducteur (104) ; et
 une unité de commande (114), couplée au premier émetteur (106), au premier récepteur (108), au second émetteur (110) et au second récepteur (112), dans lequel l'unité de commande (114) est configurée pour :

lors d'une phase d'initialisation :

générer un premier signal et déterminer un premier temps de latence (TM12) pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;
 générer un deuxième signal et déterminer un deuxième temps de latence (TM21) pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;
 obtenir un facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) en fonction du premier temps de latence (TM12) et du deuxième temps de latence (TM21) ;
 générer un troisième signal et déterminer un troisième temps de latence (TM12_{vs}) pour le troisième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est une vitesse d'écoulement spécifique (vs) supérieure à zéro ;
 générer un quatrième signal et déterminer un quatrième temps de latence (TM21_{vs}) pour le quatrième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est la vitesse d'écoulement spécifique (vs) ; et obtenir la distance (L) en fonction de la vitesse d'écoulement spécifique (vs), du facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) du troisième temps de latence (TM12_{vs}) et du quatrième temps de latence (TM21_{vs}) ; et

lors d'une phase générale, la vitesse d'écoulement (v) est une valeur inconnue :

générer un cinquième signal et déterminer un cinquième temps de latence (TM12_v) pour le cinquième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112) ;
 générer un sixième signal et déterminer un sixième temps de latence (TM21_v) pour le sixième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108) ; et
 obtenir une vitesse acoustique courante (c) en fonction de la distance (L), du cinquième temps de latence (TM12_v) et du sixième temps de latence (TM21_v).

2. Circuit de traitement de signaux (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (114) est configurée en outre pour obtenir une température courante (T) en fonction de la vitesse acoustique courante (c).

3. Circuit de traitement de signaux (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (114) est configurée en outre pour obtenir le facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) en soustrayant le premier temps de latence (TM12) du deuxième temps de latence (TM21).

5 4. Circuit de traitement de signaux (100) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) est un temps de latence pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104), plus un temps de latence pour le deuxième signal passant par le premier transducteur (102) et le premier récepteur (108), moins un temps de latence pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102), et moins un temps de latence pour le premier signal passant par le second transducteur (104) et le second récepteur (112).

10 5. Circuit de traitement de signaux (100), dans lequel le circuit de traitement de signaux (100) est couplé à un premier transducteur (102) et à un second transducteur (104), dans lequel il existe une distance (L) supérieure à zéro entre le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), et un fluide ayant une vitesse d'écoulement (v) s'écoule séquentiellement à travers le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), dans lequel le circuit de traitement de signaux (100) comprend :

un premier émetteur (106), couplé au premier transducteur (102) ;
 un premier récepteur (108), couplé au premier transducteur (102) ;
 20 un second transmetteur (110), couplé au second transducteur (104) ;
 un second récepteur (112), couplé au second transducteur (104) ; et
 une unité de commande (114), couplée au premier émetteur (106), au premier récepteur (108), au second émetteur (110) et au second récepteur (112), dans lequel l'unité de commande (114) est configurée pour :

25 lors d'une phase d'initialisation :

générer un premier signal et déterminer un premier temps de latence (TM12) pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;
 30 générer un deuxième signal et déterminer un deuxième temps de latence (TM21) pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;
 obtenir un facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) en fonction du premier temps de latence (TM12) et du deuxième temps de latence (TM21) ;
 35 générer un troisième signal et déterminer un troisième temps de latence (TM12_{vs}) pour le troisième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est une vitesse d'écoulement spécifique (vs) supérieure à zéro ;
 générer un quatrième signal et déterminer un quatrième temps de latence (TM21_{vs}) pour le quatrième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est la
 40 vitesse d'écoulement spécifique (vs) ; et
 obtenir la distance (L) en fonction de la vitesse d'écoulement spécifique (vs), du facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) du troisième temps de latence (TM12_{vs}) et du quatrième temps de latence (TM21_{vs}) ; et

45 lors d'une phase générale, la vitesse d'écoulement (v) est une valeur inconnue :

générer un septième signal et déterminer un septième temps de latence (TM12_v) pour le septième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112) ;
 50 générer un huitième signal et déterminer un huitième temps de latence (TE12_v) pour le huitième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et rebondissant vers le premier transducteur (102), et rebondissant ensuite vers le second transducteur (104), et passant ensuite par le second transducteur (104) et le second récepteur (112) ; et
 55 obtenir une vitesse acoustique courante (c) en fonction de la distance (L), du septième temps de latence (TM12_v) et du huitième temps de latence (TE12_v).

6. Circuit de traitement de signaux (100), dans lequel le circuit de traitement de signaux (100) est couplé à un premier transducteur (102) et à un second transducteur (104), dans lequel il existe une distance (L) supérieure à zéro entre le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), et un fluide ayant une vitesse d'écoulement (v) s'écoule séquentiellement à travers le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), dans lequel le circuit de traitement de signaux (100) comprend :

un premier émetteur (106), couplé au premier transducteur (102) ;
 un premier récepteur (108), couplé au premier transducteur (102) ;
 un second transmetteur (110), couplé au second transducteur (104) ;
 un second récepteur (112), couplé au second transducteur (104) ; et
 une unité de commande (114), couplée au premier émetteur (106), au premier récepteur (108), au second émetteur (110) et au second récepteur (112), dans lequel l'unité de commande (114) est configurée pour :

lors d'une phase d'initialisation :

générer un premier signal et déterminer un premier temps de latence (TM12) pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;
 générer un deuxième signal et déterminer un deuxième temps de latence (TM21) pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;
 obtenir un facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) en fonction du premier temps de latence (TM12) et du deuxième temps de latence (TM21) ;
 générer un troisième signal et déterminer un troisième temps de latence (TM12_{vs}) pour le troisième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est une vitesse d'écoulement spécifique (vs) supérieure à zéro ;
 générer un quatrième signal et déterminer un quatrième temps de latence (TM21_{vs}) pour le quatrième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est la vitesse d'écoulement spécifique (vs) ; et
 obtenir la distance (L) en fonction de la vitesse d'écoulement spécifique (vs), du facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) du troisième temps de latence (TM12_{vs}) et du quatrième temps de latence (TM21_{vs}) ; et

lors d'une phase générale, la vitesse d'écoulement (v) est une valeur inconnue :

générer un neuvième signal et déterminer un neuvième temps de latence (TM12_v) pour le neuvième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112) ;
 générer un dixième signal et déterminer un dixième temps de latence (TM21_v) pour le dixième signal passant par un second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108) ;
 générer un onzième signal et déterminer un onzième temps de latence (TE11_v) pour le onzième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et rebondissant vers le premier transducteur (102), et passant ensuite par le premier transducteur (102) et le premier récepteur (108),
 générer un douzième signal et déterminer un douzième temps de latence (TE22_v) pour le douzième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et rebondissant vers le second transducteur (104), et passant ensuite par le second transducteur (104) et le second récepteur (112) ; et
 obtenir une vitesse acoustique courante (c) en fonction de la distance (L), du neuvième temps de latence (TM12_v), du dixième temps de latence (TM21_v), du onzième temps de latence (TE11_v) et du douzième temps de latence (TE22_v).

7. Puce, caractérisée par comprendre :
 le circuit de traitement de signaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1-6.

8. Débitmètre, **caractérisé par** comprendre :

le circuit de traitement de signaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1-6 ;
 le premier transducteur (102) ; et
 le second transducteur (104) ;
 dans lequel le circuit de traitement de signaux (100) est couplé au premier transducteur (102) et au second transducteur (104).

9. Procédé de traitement de signaux, pour commander un premier émetteur (106), un premier récepteur (108), un second émetteur (110) et un second récepteur (112), dans lequel le premier émetteur (106) et le premier récepteur (108) sont couplés à un premier transducteur (102), le second émetteur (110) et le second récepteur (112) sont couplés à un second transducteur (104), il existe une distance (L) supérieure à zéro entre le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), et un fluide ayant une vitesse d'écoulement (v) s'écoule séquentiellement à travers le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), dans lequel le procédé de traitement de signaux comprend :

lors d'une phase d'initialisation :

la génération d'un premier signal et la détermination d'un premier temps de latence (TM12) pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;

la génération d'un deuxième signal et la détermination d'un deuxième temps de latence (TM21) pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;

l'obtention d'un facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) en fonction du premier temps de latence (TM12) et du deuxième temps de latence (TM21) ;

la génération d'un troisième signal et la détermination d'un troisième temps de latence (TM12_{vs}) pour le troisième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est une vitesse d'écoulement spécifique (vs) supérieure à zéro ;

la génération d'un quatrième signal et la détermination d'un quatrième temps de latence (TM21_{vs}) pour le quatrième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est la vitesse d'écoulement spécifique (vs) ; et

l'obtention de la distance (L) en fonction de la vitesse d'écoulement spécifique (vs), du facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), du troisième temps de latence (TM12_{vs}) et du quatrième temps de latence (TM21_{vs}) ; et
 lors d'une phase générale, la vitesse d'écoulement (v) est une valeur inconnue :

la génération d'un cinquième signal et la détermination d'un cinquième temps de latence (TM12_v) pour le cinquième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112) ;

la génération d'un sixième signal et la détermination d'un sixième temps de latence (TM21_v) pour le sixième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108) ; et

l'obtention d'une vitesse acoustique courante (c) en fonction de la distance (L), du cinquième temps de latence (TM12_v) et du sixième temps de latence (TM21_v).

10. Procédé de traitement de signaux selon la revendication 9, **caractérisé par** comprendre en outre la soustraction du premier temps de latence (TM12) du deuxième temps de latence (TM21) pour obtenir le facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$).11. Procédé de traitement de signaux selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) est un temps de latence pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104), plus un temps de latence pour le deuxième signal passant par le premier transducteur (102) et le premier récepteur (108), moins un temps de latence pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102), et moins un temps de latence pour le premier signal passant par le second transducteur (104) et le second récepteur (112).

12. Procédé de traitement de signaux, pour commander un premier émetteur (106), un premier récepteur (108), un

second émetteur (110) et un second récepteur (112), dans lequel le premier émetteur (106) et le premier récepteur (108) sont couplés à un premier transducteur (102), le second émetteur (110) et le second récepteur (112) sont couplés à un second transducteur (104), il existe une distance (L) supérieure à zéro entre le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), et un fluide ayant une vitesse d'écoulement (v) s'écoule séquentiellement à travers le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), dans lequel le procédé de traitement de signaux comprend :

lors d'une phase d'initialisation :

la génération d'un premier signal et la détermination d'un premier temps de latence (TM12) pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;

la génération d'un deuxième signal et la détermination d'un deuxième temps de latence (TM21) pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;

l'obtention d'un facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) en fonction du premier temps de latence (TM12) et du deuxième temps de latence (TM21) ;

la génération d'un troisième signal et la détermination d'un troisième temps de latence (TM12_{vs}) pour le troisième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est une vitesse d'écoulement spécifique (vs) supérieure à zéro ;

la génération d'un quatrième signal et la détermination d'un quatrième temps de latence (TM21_{vs}) pour le quatrième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est la vitesse d'écoulement spécifique (vs) ; et

l'obtention de la distance (L) en fonction de la vitesse d'écoulement spécifique (vs), du facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), du troisième temps de latence (TM12_{vs}) et du quatrième temps de latence (TM21_{vs}) ; et lors d'une phase générale, la vitesse d'écoulement (v) est une valeur inconnue.

la génération d'un septième signal et la détermination d'un septième temps de latence (TM12_v) pour le septième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112) ;

la génération d'un huitième signal et la détermination d'un huitième temps de latence (TE12_v) pour le huitième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et rebondissant vers le premier transducteur (102), et rebondissant ensuite vers le second transducteur (104), et passant ensuite par le second transducteur (104) et le second récepteur (112) ; et

l'obtention d'une vitesse acoustique courante (c) en fonction de la distance (L), du septième temps de latence (TM12_v) et du huitième temps de latence (TE12_v).

13. Procédé de traitement de signaux, pour commander un premier émetteur (106), un premier récepteur (108), un second émetteur (110) et un second récepteur (112), dans lequel le premier émetteur (106) et le premier récepteur (108) sont couplés à un premier transducteur (102), le second émetteur (110) et le second récepteur (112) sont couplés à un second transducteur (104), il existe une distance (L) supérieure à zéro entre le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), et un fluide ayant une vitesse d'écoulement (v) s'écoule séquentiellement à travers le premier transducteur (102) et le second transducteur (104), dans lequel le procédé de traitement de signaux comprend .

lors d'une phase d'initialisation :

la génération d'un premier signal et la détermination d'un premier temps de latence (TM12) pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;

la génération d'un deuxième signal et la détermination d'un deuxième temps de latence (TM21) pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est zéro ;

l'obtention d'un facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) en fonction du premier temps de latence (TM12) et du deuxième temps de latence (TM21) ;

la génération d'un troisième signal et la détermination d'un troisième temps de latence (TM12_{vs}) pour le troisième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second

transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est une vitesse d'écoulement spécifique (v_s) supérieure à zéro ;

la génération d'un quatrième signal et la détermination d'un quatrième temps de latence ($TM21_{vs}$) pour le quatrième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108), lorsque la vitesse d'écoulement (v) est la vitesse d'écoulement spécifique (v_s) ; et

l'obtention de la distance (L) en fonction de la vitesse d'écoulement spécifique (v_s), du facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$), du troisième temps de latence ($TM12_{vs}$) et du quatrième temps de latence ($TM21_{vs}$) ; et

lors d'une phase générale, la vitesse d'écoulement (v) est une valeur inconnue :

la génération d'un neuvième signal et la détermination d'un neuvième temps de latence ($TM12_v$) pour le neuvième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et passant ensuite par le second récepteur (112) ;

la génération d'un dixième signal et la détermination d'un dixième temps de latence ($TM21_v$) pour le dixième signal passant par un second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et passant ensuite par le premier récepteur (108) ;

la génération d'un onzième signal et la détermination d'un onzième temps de latence ($TE11_v$) pour le onzième signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102) vers le second transducteur (104) et rebondissant vers le premier transducteur (102), et passant ensuite par le premier transducteur (102) et le premier récepteur (108) ;

la génération d'un douzième signal et la détermination d'un douzième temps de latence ($TE22_v$) pour le douzième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104) vers le premier transducteur (102) et rebondissant vers le second transducteur (104), et passant ensuite par le second transducteur (104) et le second récepteur (112) ; et

l'obtention d'une vitesse acoustique courante (c) en fonction de la distance (L), du neuvième temps de latence ($TM12_v$), du dixième temps de latence ($TM21_v$), du onzième temps de latence ($TE11_v$) et du douzième temps de latence ($TE22_v$).

14. Procédé de traitement de signaux selon la revendication 13, **caractérisé par** comprendre en outre la soustraction du premier temps de latence ($TM12$) du deuxième temps de latence ($TM21$) pour obtenir le facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$).

15. Procédé de traitement de signaux selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le facteur spécifique ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$) est un temps de latence pour le deuxième signal passant par le second émetteur (110) et le second transducteur (104), plus un temps de latence pour le deuxième signal passant par le premier transducteur (102) et le premier récepteur (108), moins un temps de latence pour le premier signal passant par le premier émetteur (106) et le premier transducteur (102), et moins un temps de latence pour le premier signal passant par le second transducteur (104) et le second récepteur (112).

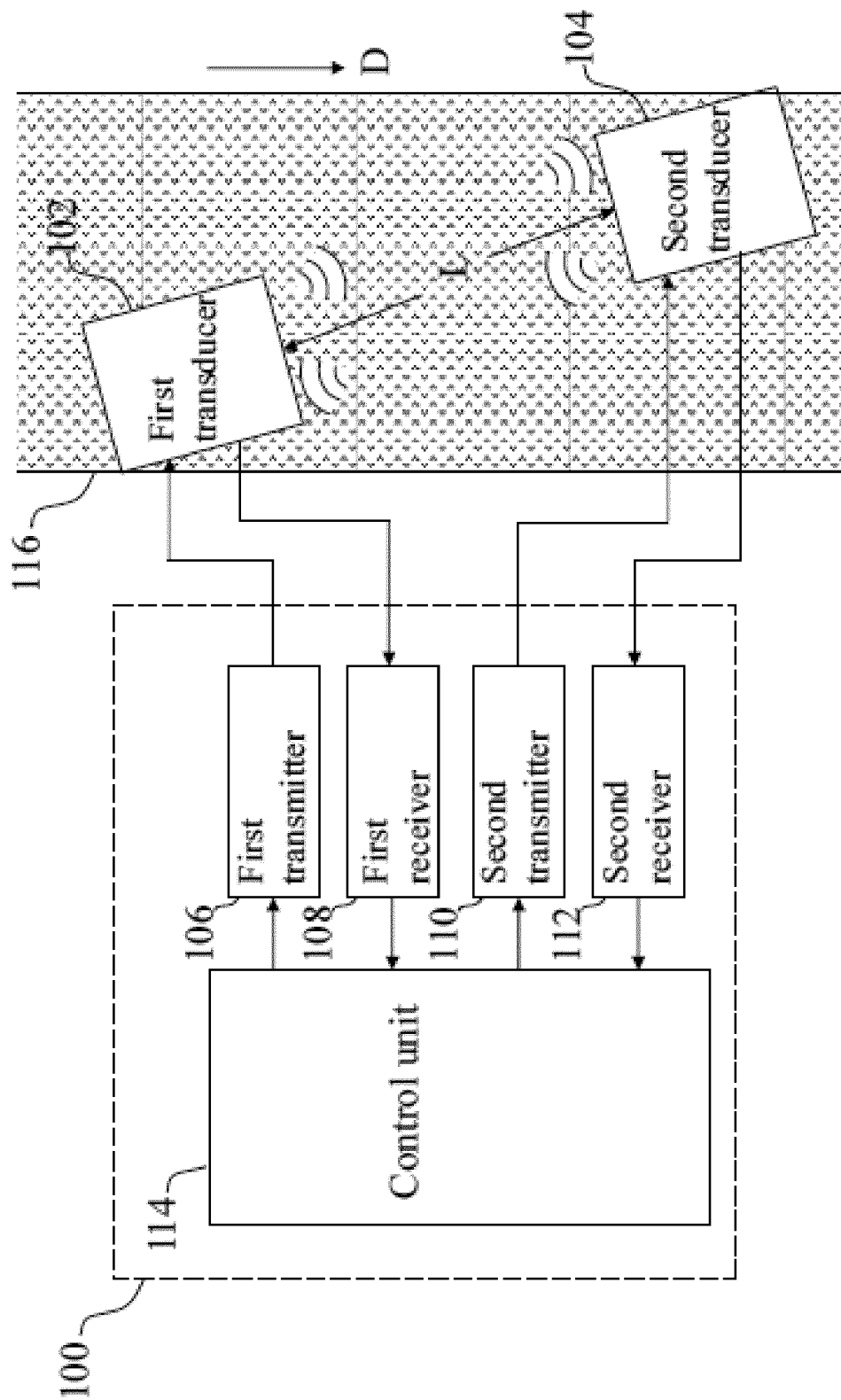


FIG. 1

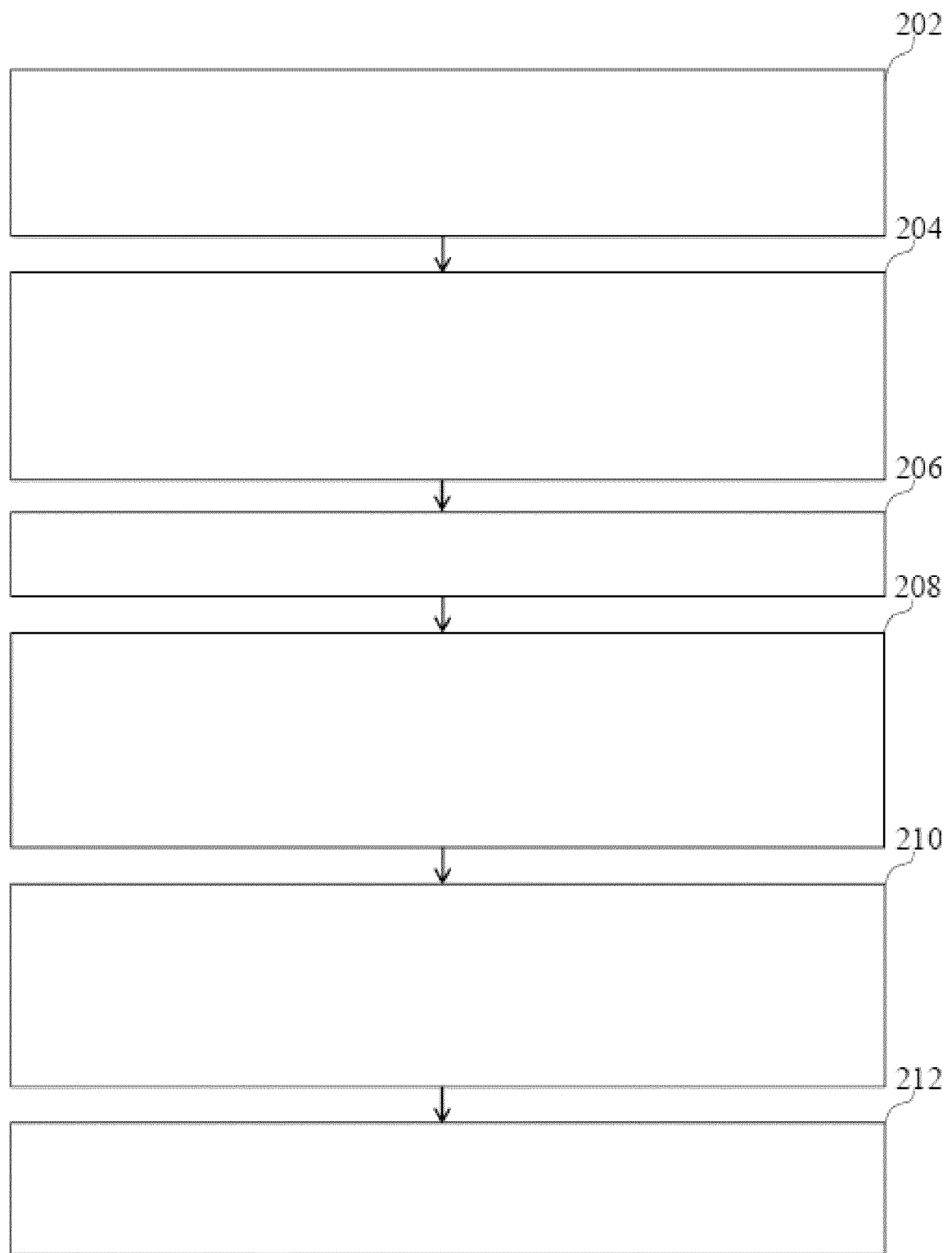


FIG. 2

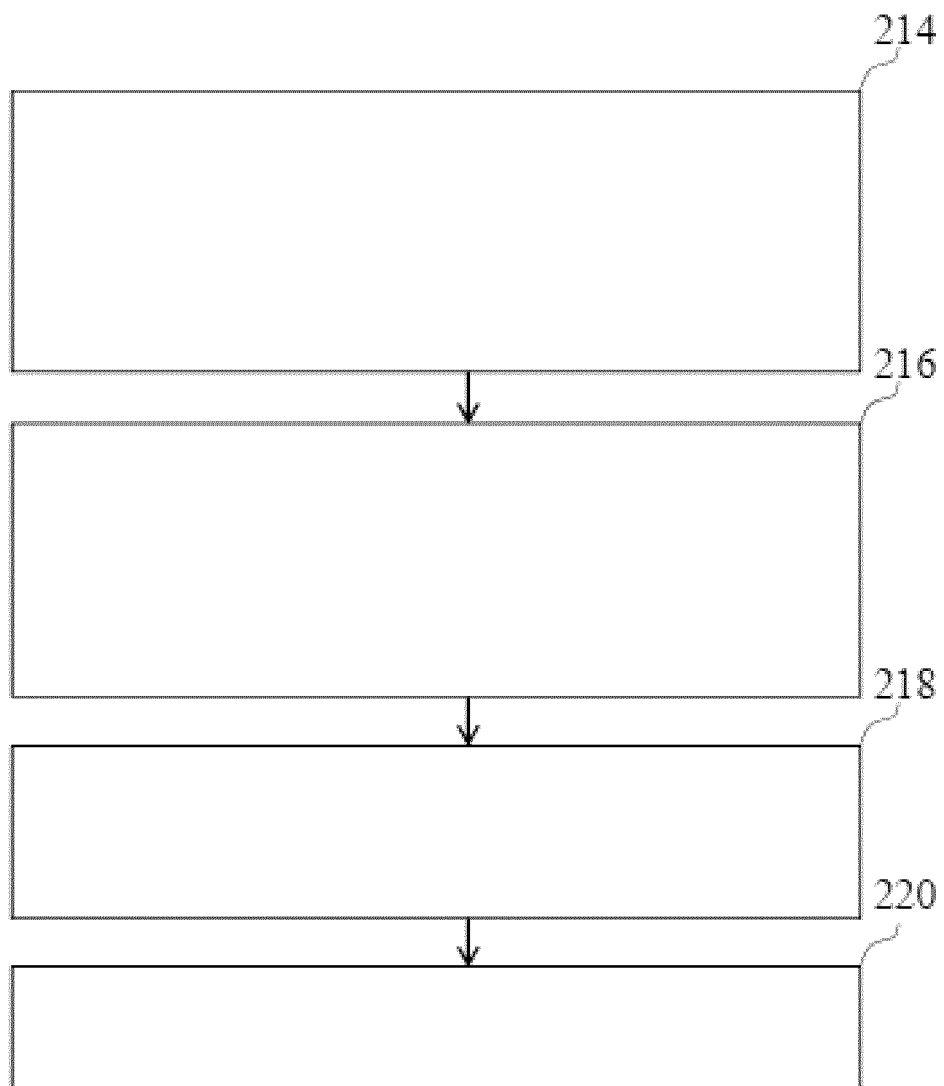


FIG. 3

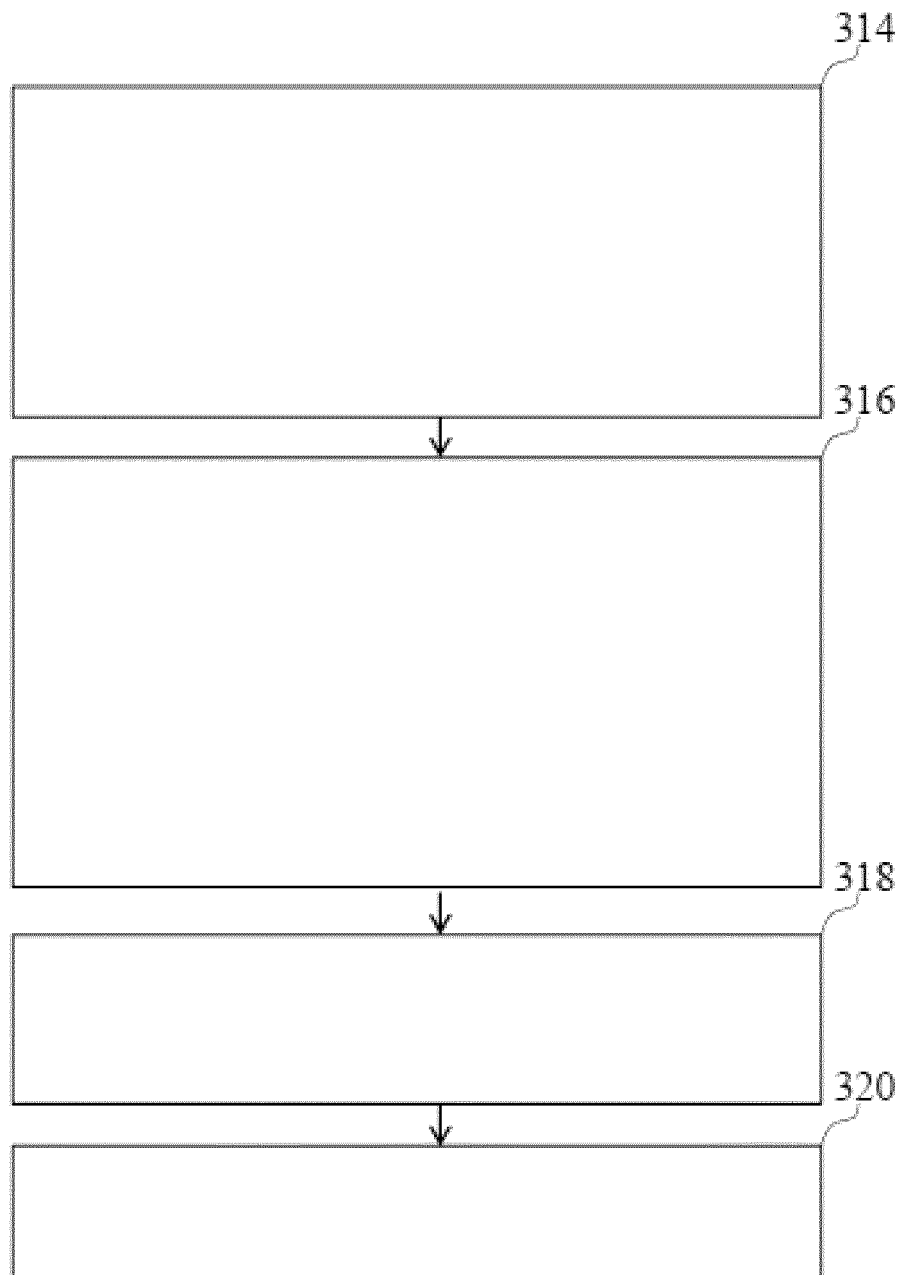


FIG. 4

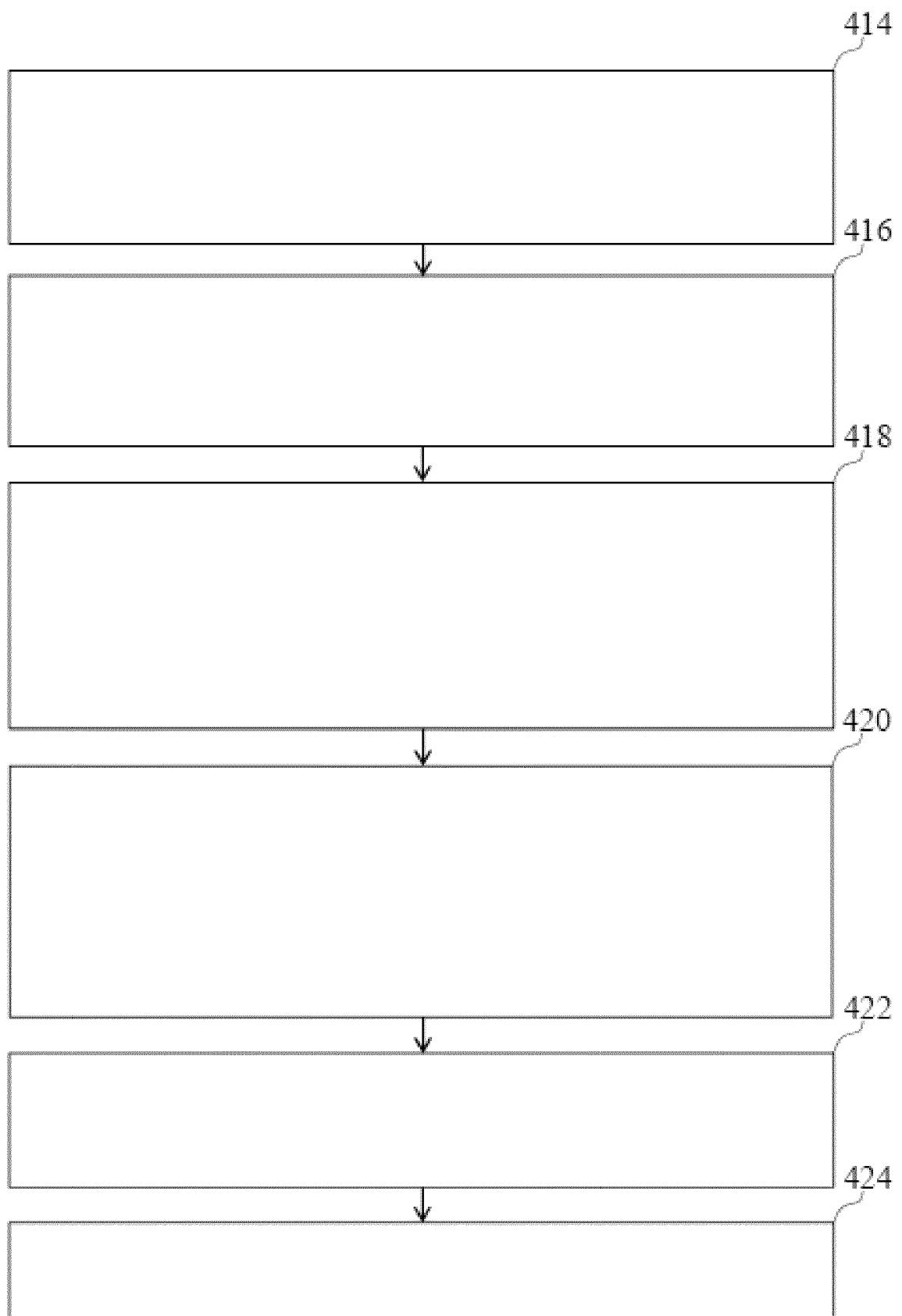


FIG. 5

REFERENCES CITED IN THE DESCRIPTION

This list of references cited by the applicant is for the reader's convenience only. It does not form part of the European patent document. Even though great care has been taken in compiling the references, errors or omissions cannot be excluded and the EPO disclaims all liability in this regard.

Patent documents cited in the description

- US 2006016243 A1 [0002]